

ЭПИГЕНЕТИЧЕСКАЯ СЕРИЦИТИЗАЦИЯ В МАГНЕЗИТАХ БЕЛОРЕЦКОЙ ГРУППЫ, ЮЖНО-УРАЛЬСКАЯ ПРОВИНЦИЯ

М.Т. Крупенин, А.И. Степанов, Т.Я. Гуляева, В.Г. Петрищева

Проблема генезиса метасоматических месторождений кристаллического магнетита Южно-Уральской провинции тесно связана с определением их возраста и привязки к определенным этапам тектонического развития. К сожалению, методов прямого определения возраста магнетитов пока не существует. Для месторождений магнетита в отложениях нижнего рифея есть доказательства образования на ранних стадиях преобразования осадочных пород. Магнетиты здесь имеют контактовые метаморфические изменения с интрузиями гранитов рапакиви (Сатка) и габбро-диабазов (Бакал) раннесреднерифейского возраста; время от седиментогенеза карбонатных отложений до магнетитового метасоматоза составляет не более 40-45 млн. лет [Крупенин, 2005 и др.]. Для магнетитовых месторождений в отложениях среднего рифея таких реперов нет, за исключением месторождений Семибратской группы, прорванных дайками габбро-диабазов позднерифейско-вендского возраста [Алексеев, 1984] и палеозойскими гранитами [Шардакова, Крупенин, 2008]. Новая информация по этапам преобразования магнетитов в отложениях юрматиния получена для месторождений Белорецкой группы.

К Белорецкой группе Южно-Уральской провинции относятся месторождения магнетита Егорова Шишка, Егорова Поляна, Отнурок, Аболовское. Месторождения приурочены к карбонатным пачкам, представленным мраморизованными известняками и доломитами, авзянской свиты среднего рифея на восточной периферии Маярдакского антиклинория. Отложения метаморфизованы в зеленосланцевой и эпидот-амфиболитовой фации и подвержены интенсивным тектоническим дислокациям, как и все образования Маярдакского антиклинория. В обнажениях можно наблюдать только незначительные фрагменты карбонатной толщи, относимой к каташкинской подсвите. Особенностью данной группы месторождений является приуроченность к изначально известняковой толще, содержащей доломитизированные известняки и доломиты в ореолах магнетитовых залежей, сложная линзовидная форма рудных магнетитовых тел, наличие переходных магнетит-доломитовых пород, представляющих со-

бой зону густой вкрапленности магнетита в доломите [Крупенин, 2005].

Месторождение Егорова Шишка расположено на правом берегу р. Белой в скальном выходе около узкоколейной железной дороги Белорецк-Тирлян в 5 км севернее г. Белорецк. По данным Н.Д. Сухарева [1931 г] запасы магнетитов подсчитаны в количестве 540 тыс. т. Разрез протяженностью около 30 м представляет собой моноклинально падающую на юго-восток под углом 80° карбонатную толщу, основную часть которой составляет магнетитовая залежь (рис. 1), расположенная субсогласно с общим падением толщи. Мощность магнетитов достигает 20 м. Южнее магнетитовой залежи толща интенсивно окварцована и представляет собой полосчатую доломит-кварц-магнетитовую породу. Разрез магнетитовой залежи с севера на юг имеет следующее строение:

1. Магнетит массивный среднезернистый серый (проба Bel-2-1)..... 1,5 м;
2. Магнетит скорлуповатый? (смятый в мелкие складки) зеленовато-серый мелкозернистый (проба Bel-2-3)0,5 м;
3. Магнетит среднезернистый массивный и волнистослоистый серо-бурого цвета (проба Bel-2-4).....1,5 м;
4. Магнетит средне-мелкозернистый массивный зеленовато-серый с редкими субгоризонтальными кварцевыми жилами (проба Bel-2-5, проба Bel-2-6).....2,2 м;
5. Магнетит среднезернистый плитчатый из-за тонких прослоек, обогащенных серицитом (мощность прослоек магнетита, разделенных тонкими серицитовыми слойками от 5-10 до 20 см).....1,1 м;
6. Хлорит-кварц-серицит-карбонатная рассланцованная порода с тонкими прослойками и вкрапленностью кристаллов магнетита, слабо перемятая, плейчатая, в контактах с магнетитовыми пластами гнезда белого доломита до 5 см (проба Bel-2-7)0,3 м;
7. Магнетит среднезернистый, местами мелкозернистый массивный серый (проба Bel-2-8).....2,0 м;
8. Магнетит среднезернистый плитчатый (прослой от 2-3 до 15 см, разделенные серицит-хлоритовым материалом) с редкими секущими

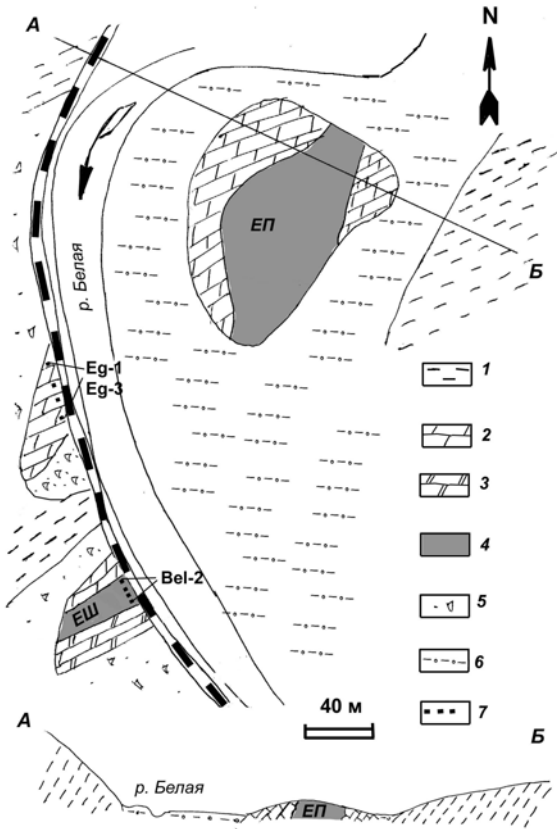


Рис. 1. Схематическая геологическая карта района месторождений Егорова поляна (ЕП) и Егорова Шишка (ЕШ) (по Н.Д. Сухареву, 1931 г).

1 – сланцы кварц-плагиоклаз-серицитовые; 2 – доломиты; 3 – доломиты окварцованные; 4 – магнетиты; 5 – делювий; 6 – аллювий; 7 – точки опробования.

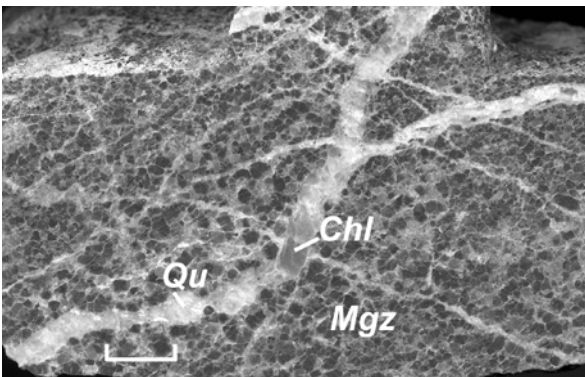


Рис. 2. Магнетит среднезернистый плитчатый с секущей тальк-серицит-хлорит-карбонат-кварцевой жилкой (линейка 1 см, проба Bel-2-9).

кварц-хлорит-карбонатными жилами мощностью до 1 см (проба Bel-2-9, рис. 2).....2,1 м;

9. Магнетит среднезернистый массивный с редкими субгоризонтальными кварцевыми жилами мощностью до 3 см.....4 м;

10. Магнетит среднезернистый плитчатый серый с редкими секущими кварц-доломитовыми буроватыми прожилками мощностью 1-2 мм (проба Bel-2-10).....5 м;

11. Магнетит средне-мелкозернистый полосчатый окварцованный, доломитизированный и слабо оталькованный. Полосчатость образована полосами (послойные прожилки) белого кварц-серицит-доломитового (проба Bel-2-11) и серого магнетитового с примесью хлорита и талька материала мощностью в первые миллиметры (проба Bel-2-12)3 м;

Магнетит образует зерна округло-изометричной формы размером 1-3 мм, взаимно прорастающие друг в друга и разделенные агрегатом зерен мелкозернистого магнетита и доломита неправильно-угловатой формы размером около 0,1 мм. В мелкозернистом агрегате и реже в крупных зернах магнетита встречается до 5 % слабо корродированных кварцевых зерен неправильной формы размером 0,1-0,2 мм, тонкие игольчатые лейсты мусковита, редко – гнезда хлорита округлой формы размером до 0,2 мм и сноповидно-чешуйчатые агрегаты талька. Содержание магнетита составляет от 70 до 96 %, доломита – от 1 до 7 %, содержание остальных примесей – менее 5 %. Минералогический состав магнетита по данным термического и рентгеновского анализов представлен в табл. 1. Магнетит относится к железистой разновидности с содержанием (масс. %): MgO – 35-41; Fe₂O₃ – 4,7-8,5; CaO – 0,4-3,1; SiO₂ – 1,2-6,9; Al₂O₃ – 0,14-1,1.

Севернее магнетитовой залежи наблюдаются доломиты с вкрапленностью магнетита, затем, после закрытого интервала, в направлении на север по борту долины встречены разрозненные выходы кварц-серицитовых сланцев и скальное обнажение доломитов с вкрапленностью магнетита. Здесь же расположены следы заросших горных выработок с развалами буроватых доломитов с вкрапленностью мелко- и среднезернистого бурого магнетита, прожилками кварца, крупнозернистого доломита и вкрапленностью талька, серицита (см. рис. 1, пробы Eg-3-1 ... Eg-3-5), являющиеся, вероятно, продолжением на правом берегу р. Белой рудного тела месторождения Егорова поляна.

Вещественный состав магнезитов месторождения Егорова Шишка по данным термического и рентгеновского анализов (масс. %)

№ проб	Литология	Dm	Mgz	Cc	Tc	Qu	Chl	Mi	Pу	Gt
Bel-1-2	Dm слоистый	73	–	18	–	сл	–	?	–	–
Bel-1-3	Dm слоистый	+	–	О	–	о	–	о	–	–
Bel-2-1	Mgz сз массивный	9	81	–	–	о	10	–	–	–
Bel-2-3	Mgz сз скорлуповатый	2	88	–	сл	о	10	о	0,5	сл
Bel-2-4	Mgz сз слоистый	3	89	–	–	сл	8	сл	–	–
Bel-2-5	Mgz сз-мз массивный с Qu	4	84	–	о	о	5	сл	0,5	сл
Bel-2-6	Mgz сз плитчатый	2	96	–	–	сл	–	сл	–	–
Bel-2-7	Mgz-Qu-Mi рассланцованный	1	71	–	?	10	?	15	–	О
Bel-2-8	Mgz сз-мз массивный	7	87	?	–	о	–	о	–	–
Bel-2-9	Mgz сз плитчатый с Qu- Chl жилами	о	+	–	–	о	о	о	–	–
Bel-2-9a	Qu-Dm-Chl жила	6	46	–	о	+	14	о	1	сл
Bel-2-10	Mgz сз плитчатый с Qu- Dm жилами	2	94	–	о	о	о	о	0,5	сл
Bel-2-11	Mgz сз полосчатый с Qu	3	92	–	о	о	о	о	–	–
Bel-2-12	Mgz сз полосчатый с Qu, Chl, Tc	3	60	–	о	~25	5	–	–	–

Примечание. Обозначения в таблице: (30) – в %; (+) – много; (о) – мало; (сл) – следы; (?) – предполагаемые следы; (–) – отсутствует; Mgz – магнезит; Dm – доломит; Cc – кальцит; Tc – тальк; Qu – кварц; Pу – пирит; Mi – мусковит; Gt – гетит; мз – мелкозернистый; сз – среднезернистый.

Особенностью магнезитов является присутствие в них эпигенетической серицитизации. Наложенный характер мусковитовых лейстов в магнезите наиболее отчетливо проявлен в прослое 6 разреза Егорова Шишка, представленного хлорит-кварц-серицит-магнезитовой рассланцовой породой (проба Bel-2-7) мощностью до 0,3 м. Мусковит здесь развивается в виде чешуек толщиной до 0,05 мм и длиной до 0,2 мм и изгибающихся прожилков между зернами магнезита (рис. 3); содержание мусковита достигает 15 %. В местах пересечения систем прожилков образуются скопления мусковита с кварцем и пиритом мощностью до 0,4 мм, иногда огибающих крупные магнезитовые кристаллы. Все это доказывает позднее развитие мусковита относительно процесса образования магнезита и его перекристаллизации. Очевидно, что формирование кварц-пирит-мусковитовых лейстов и прожилков связано с наложенным тектоническим процессом. Значение возраста, определенное К-Аг методом из фракции крупности -0,4+0,1 мм, обогащенной мусковитом (неэлектромагнитная с откаткой на наклонной поверхности), получен возраст 405±5 млн. лет (табл. 2). Мусковит, по данным рентгенографии хорошо окристаллизован, с остро-

вершинными симметричными пиками, представлен модификацией 2M₁, данные термического анализа подтверждают присутствие одной генерации мусковита (эндопик дегидратации около 1000° С), что может говорить об одноактной кристаллизации слюды на возрастном рубеже около 400 млн. лет.

Маярдакский антиклинорий имеет очень сложное геологическое строение: здесь представлены породы всех трех стратонов рифея [Швецов, 1980], подверженные зональному метаморфизму и образующие Белорецкий метаморфический комплекс. По данным А.А. Алексеева с соавторами [2002] здесь выделяются изограды омфацита, граната, биотита и хлоритоида, соответствующие эклогит-амфиболитовой, эпидот-амфиболитовой и зеленосланцевой метаморфическим зонам [Glasmacher et al., 1999]. Месторождение Егорова Шишка находится в зеленосланцевой зоне. Существующие многочисленные датировки метаморфизма пород Белорецкого метаморфического комплекса составляют от 650-590 [Гаррис, 1977; Алексеев и др., 2002 (К-Аг метод)] до 510-550 [Matte et al., 1993; Glasmacher et al., 1999 (Аг-Аг метод)]. Какой-либо выраженной зональности возраста в пределах метаморфического комплек-

са не выявлено. Метаморфизм связывается с кадомским орогенезом [Пучков, 2000], по другим представлениям – с рифтогенезом [Русин, 1998]. За пределами комплекса в примерно 20 км к северу серицитсодержащие доломиты авзянской свиты в Верхне-Аршинском месторождении имеют возраст 610-615 млн. лет по данным К-Аг метода, близкий фоновым датировкам возраста хлорит-гидрослюдистых сланцев рифея региона на уровне 615-650 млн. лет ([Крупенин, Эльмис, 2000], К-Аг метод; [Glasmacher et al., 1999], Ar-Ag метод). Приведенное выше значение возраста около 405 млн. лет, отождествляемое нами со временем проявления процесса серицитизации магнезитов, моложе существующих датировок Белорецкого комплекса и отражает, вероятно, наложенные процессы в раннепалеозойской истории региона. Сходные датировки получены нами для серицитизированных слабо рассланцованных кварцитов (метапесчаников), относимых к зильмердакской свите верхнего рифея из данного района. Проба отобрана в 2,5 км к востоку от месторождения Егорова Шишка, восточнее р. Мата на левом берегу р. Белой (проба 3223-4, А.Э. Шалагинов, ООО «Геопоиск»). Кварцит содержит проблематические органические остатки, представленные тонкими послойными отпечатками удлинённой формы, выполненными шунгитоподобным углеродистым веществом. Под микроскопом кварцит состоит преимущественно из кварца, реже плагиоклаза и калишпата (содержание до 5 %), мусковита (10 %). Порода имеет лепидобластовую неравномернoзернистую структуру, иногда угадываются реликты обломочных зерен кварца и полевого шпата, форма обломков изменена в

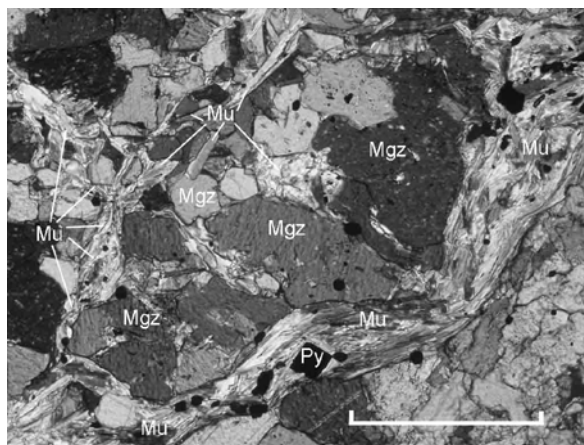


Рис. 3. Вторичные прожилки мусковита (Mu) с пиритом (Py) между крупными изометричными кристаллами магнезита (Mgz). Линейка 0,5 мм, проба Bel-2-7.

результате перекристаллизации. Размер зерен 0,1-0,3 мм, форма их вытянутая в направлении рассланцевания. Лейсты мусковита расположены по сланцеватости, размер 0,01-0,05Ч0,1-0,4 мм. Рентгеновский анализ подтверждает присутствие хорошо окристаллизованной слюды модификации 2M₁. Определения возраста К-Аг методом выполнены из валовой пробы фракции крупности -0,1 мм и фракции крупности 0,4-0,1 мм (откатанной на наклонной поверхности электромагнитной фракции) составляют соответственно 355±12 млн. лет. и 466±4 млн. лет. (см. табл. 2). Образование наложенного мусковита в кварцитах и магнезитах района может быть связано с тектоно-термальной перестройкой при формировании уралид на границе девона и карбона. В расположенном в данной структурно-формационной зоне Максютовском мета-

Таблица 2

К-Аг возраст мусковитсодержащих пород района месторождения магнезита Егорова Шишка

№ пробы	№ анализа	Место отбора, литологический состав	К, %	Аг-40, нг/г	Возраст, млн. лет	Примечание
Bel-2-7	А-5130	Метаморфизованные магнезиты, Егорова Шишка, обогащение мусковитом	3,92	125,0 121,1 125,0	410 399 410	405 + 5
3223-4	А-5131	Микрокварцит рассланцованный серицитизированный, зильмердакская свита, р.Белая в 6 км от г.Белорецка, фракция (-0,4 + 0,1 мм)	1,90	69,3 70,4 65,6	462 469 440	455 + 15
3223-4	А-5132	То же, там же, фракция (-0,1 мм)	1,49	42,1 37,1 39,0	366 343	355 + 11

морфическом комплексе возраст фенгитов и глаукофанов, связанных с высокобарическим метаморфизмом, составляет 389-411 млн. лет [Лепезин и др., 2006].

Образование самих магнетитов Белорецкой группы следует связывать с более ранними этапами развития региона, вероятно, с тектоно-термальной перестройкой в начале позднего рифея, когда на рифтогенном этапе растяжения нагретые эвапоритовые высокомагнезиальные рассолы внедрились в карбонатные отложения авзянской свиты и сформировали метасоматические залежи [Крупенин, 2005].

Исследование выполняется при финансовой поддержке гранта РФФИ 06-05-64592 и НШ-1227.2008.5.

Список литературы

- Алексеев А.А.* Рифейско-вендский магматизм западного склона Южного Урала. М.: Наука, 1984. 136 с.
- Алексеев А.А., Алексеева Г.В., Галиева А.Р. и др.* Белорецкий эклогитоносный метаморфический комплекс (Южный Урал) – представитель особой фациальной серии метаморфизма // Доклады РАН. 2002. Т. 383. № 3. С. 366-370.
- Гаррис М.А.* Стадии магматизма и метаморфизма в доюрской истории Урала и Приуралья. М.: Наука, 1977. 296 с.
- Крупенин М.Т.* Геолого-геохимические типы и систематика РЗЭ месторождений Южно-Уральской магнетитовой провинции // Доклады РАН. 2005. Т. 405. № 2. С. 243-246.
- Крупенин М.Т., Эльмис Р.* Основные этапы образования стратифицированного оруденения в рифейских толщах Башкирского мегантиклинория (к созданию генетических моделей) // Осадочные бассейны Урала и прилегающих регионов: закономерности строения и минерализации. Екатеринбург, ИГГ УрО РАН, 2000. С. 117-123.
- Лепезин Г.Г., Травин А.В., Юдин Д.С. и др.* Возраст и термическая история Максютковского метаморфического комплекса (по $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ данным) // Петрология. 2006. Т. 14. № 1. С. 1-18.
- Пучков В.Н.* Палеогеодинамика Южного и Среднего Урала. Уфа: Даурия, 2000. 146 с.
- Русин А.И.* Поздневендская коллизия в зоне Урала: миф или реальность? // Ежегодник-1997. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 1998. С. 56-61.
- Шардакова Г.Ю., Крупенин М.Т.* Гранитоиды Семибратской площади – новый член ряда раннеорогенных гранитоидов Южного Урала? // Ежегодник-2007. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2008.
- Швецов П.Н.* Стратиграфия белорецкого комплекса Южного Урала // Советская геология. 1980. № 3. С. 43-45.
- Glasmacher U., Reynolds P., Alekseyev A.A. et al.* $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ Thermochronology west of the Main Uralian fault, Southern Urals, Russia // Geologische Rundschau. 1999. V. 87. P. 515-525.